

Bomben am Meeresgrund – Der Umgang mit den Kriegsaltlasten in der deutschen Ostsee

Torsten Frey, Prof. Dr. Jens Greinert¹

Inhalt

1. Kampfmittel in der Ostsee – ein Kurzüberblick.....	87
2. Belastungsschwerpunkte in deutschen Gewässern.....	88
3. Optionen zum Umgang mit den Kriegsaltlasten	90
4. Zusammenfassung.....	94
5. Literatur.....	95

1. Kampfmittel in der Ostsee – ein Kurzüberblick

Wie viele Kampfmittel sich in der Ostsee befinden weiß niemand. Es existieren allerdings Schätzungen laut denen in der gesamten Ostsee nach Kriegsende allein durch Verklappung zwischen 360.000 t und 385.000 t Kampfmittel eingebracht wurden (Carton & Jagusiewicz 2009). Hiervon soll es sich bei 40.000 t (Carton & Jagusiewicz 2009) bis 65.000 t (Böttcher et al. 2011) um chemische Kampfmittel gehandelt haben. Diese wurden laut einem Bericht der HELCOM MUNI Arbeitsgruppe (Knobloch et al. 2013), in vier Gebieten verklappt; südlich des kleinen Belts (6.250 t), im Gotlandbecken (2.000 t), im Bornholmbecken (32.060 t) und im Danziger Becken (60 t).

Zusätzlich zur verklappten Munition wurden im Verlauf der Weltkriege in der Ostsee zwischen 100.000 und 150.000 Seeminen gelegt (Nord Stream AG 2009). Abbildung 1 zeigt auf Basis historischer Recherchen die Verteilung der Minen, die im Verlauf des 2. Weltkriegs gelegt wurden. Es ist unklar, wie viele dieser Minen heute als Kampfmittelaltlasten verbleiben. Glaubt man einer Schätzung laut der um das Vereinigte Königreich in den Nachkriegsjahren nur 15-30 % der vorhandenen Minen aus dem 2. Weltkrieg vollständig beseitigt wurden (Carnell 2011), muss man auch in der Ostsee mit großen Mengen rechnen.

Neben diesen schwerpunktmäßig belasteten Gebieten kam es zu weiteren Munitionseinträgen durch Seegefechte, Bombenabwürfe, Flugabwehr, untergegangene Wracks, Transportverluste, Übungen und Waffentests. Für diese Eintrittspfade ist das Lagebild weniger klar, als es für die Verklappungen und Minengürtel der Fall ist. Im Wesentlichen sind Kriegsaltlasten außerhalb der Schwerpunkte daher völlig zufällig verteilt. Anders als an Land kann man zudem nicht auf die Auswertung von Luftbildern zurückgreifen, mit deren Hilfe sich oft auf wenige Meter genau abschätzen lässt, ob ein Grundstück kampfmittelverdächtig ist. Ebenso existieren anders als an Land, wo direkt nach dem Krieg die Städte wiederaufgebaut werden mussten, zur See deutlich weniger Daten aus bereits vorgenommenen Such- und Räumkampagnen. Stattdessen ist man häufig auf die nach heutigem Standard verhältnismäßig ungenauen Positionsangaben aus Logbüchern angewiesen.

Die Situation ist nicht für alle Ostseeanrainer in gleichem Maße dokumentiert. Der Lagebericht der HELCOM SUBMERGED Arbeitsgruppe, der noch in diesem Jahr erscheinen soll, stützt sich in ganz

¹ Torsten Frey, Prof. Dr. Jens Greinert, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Wischhofstraße 1-3, 24148 Kiel

wesentlichem Umfang auf die Erkenntnisse aus Polen und Deutschland. Aus den meisten anderen Vertragsstaaten erhielten die Autoren des Berichts zwar keine Informationen zur Lage, wohl aber zu behördlichen Zuständigkeiten sowie laufenden und abgeschlossenen Forschungsvorhaben. Gänzlich vermisst werden Informationen aus Russland und Lettland.

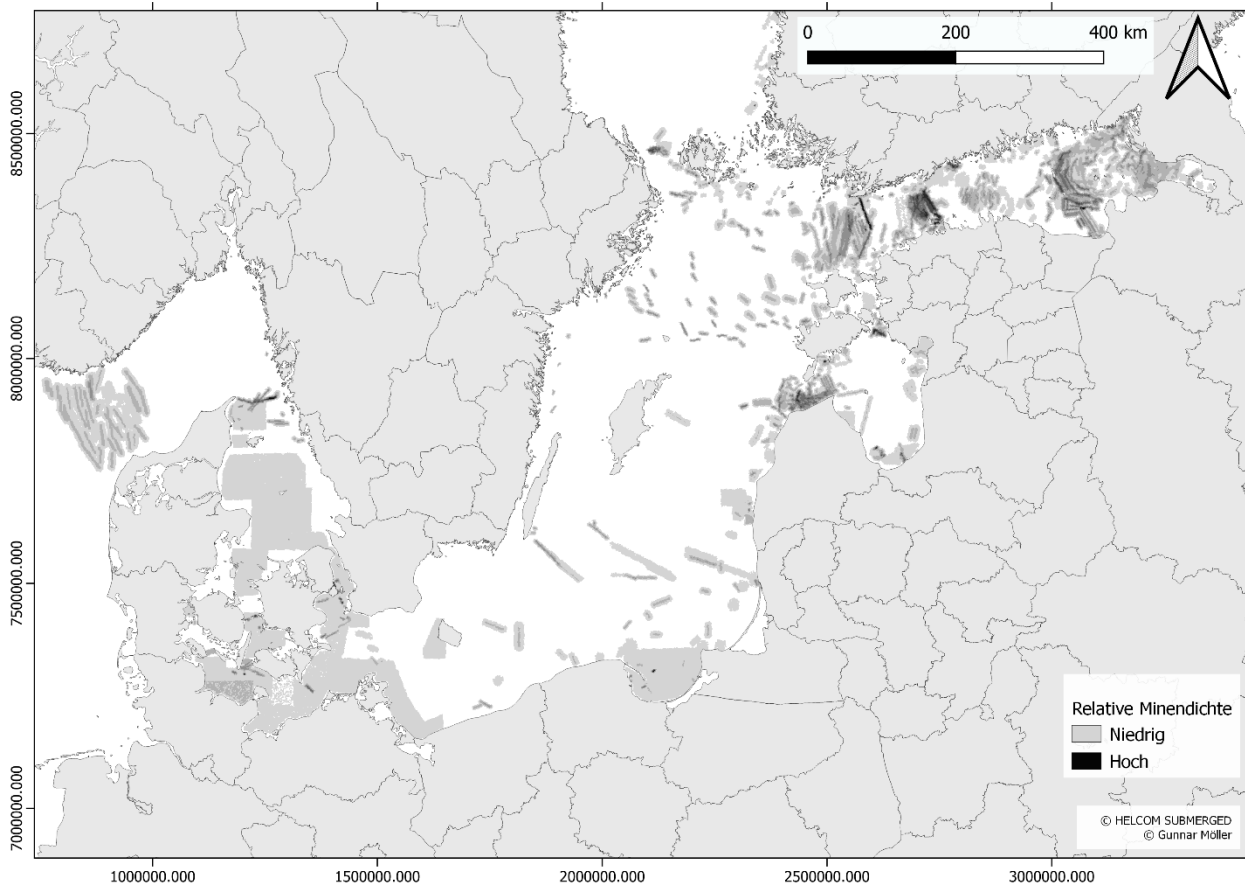


Abbildung 1: Übersichtskarte der relativen Minendichte in der Ostsee

2. Belastungsschwerpunkte in deutschen Gewässern

In deutschen Gewässern und der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) muss in besonderem Maße allorts mit dem Vorhandensein von Kriegsaltsen gerechnet werden. Schätzungen zufolge befinden sich allein in der deutschen Ostsee 300.000 t (Böttcher et al. 2011). Im Rahmen einer Forschungsfahrt im Jahr 2018 wurden in der gesamten deutschen Ostsee sprengstofftypische Verbindungen nachgewiesen (Greinert 2019). Auf Basis historischer Recherchen lässt sich nachvollziehen, welche Belastungsschwerpunkte bestehen, die auf Verklappungen oder wesentliche Kriegshandlungen zurückzuführen sind. Erstmals wurden diese im Jahr 2011 durch den Expertenkreis „Munition im Meer“ beschrieben (Böttcher et al. 2011). Folgt man der deutschen Ostseeküste von West nach Ost, sind die folgenden Gebiete hervorzuheben.

In der Gegend östlich von Flensburg befindet sich ein von den britischen Besatzern „Flensburg Triangle“ bezeichnetes Gebiet, in das die Munition von 116 Schiffen verklappt wurde. Diese befanden sich zu Kriegsende in den nahen Gewässern der Schlei und hätten bei Kriegsbeladung ca. 1.400 t Munition an Bord gehabt. Ein Munitionsbestand von ca. 30 % der Kriegsbeladung ist zu jener Zeit allerdings eine realistischere Annahme. Etwas weiter südlich befindet sich zudem der Schönhagener Grund, eine Fläche auf der mit weiteren 4.000 t verklappter Munition gerechnet wird. Weitere 50 Kriegsschiffe befanden sich bei

Kriegsende in Flensburg und mindestens ebenso viele lagen in der Geltinger Bucht. Hinzu kommen U-Boote, deren Anzahl zwischen 37 und 50 angegeben wird. Bislang konnte im Rahmen der Recherche jedoch lediglich die Munition der Schiffe auf der Schlei erfasst werden. Abschätzungen zu Flensburg und Geltinger Bucht stehen noch aus. Aus Flensburg liefen darüber hinaus zwei Schuten mit 80 t Munition mit Senfgas aus. Eigentlich war diese Munition für das Versenkungsgebiet im Skagerrak vorgesehen, da sie jedoch beschädigt war, wurde sie ins „Versenkungsgebiet Flensburg“ verbracht. Es bleibt bis heute unklar, ob es sich bei dieser Bezeichnung um das Gebiet Flensburg Triangle oder um das Gebiet südlich des kleinen Belts handelt.

Das besterforschte deutsche Versenkungsgebiet befindet sich am Ausgang der Kieler Förde – die Kolberger Heide. In diesem Gebiet wurden laut Berichten ca. 35.000 t Kampfmittel verklappt. Im Anschluss wurden rund 5.000 t wieder geborgen. Neben intakten Großkampfmitteln wie Bomben, Torpedos und Minen wurde hier auch loser Explosivstoff eingebracht. Dies ist auf den Mangel an Stahl nach Kriegsende zurückzuführen, der dazu führte, dass bereits hergestellte Munition teils wieder zerlegt wurde. Untersuchungen haben gezeigt, dass Muschen in unmittelbarer Nähe zu solchen losen Explosivstoffklumpen erhöhte Mengen an krebserregenden sprengstofftypischen Verbindungen aufnehmen (Maser & Strehse 2020). Bis heute werden in die Kolberger Heide weitere Kampfmittel eingebracht, nämlich dann, wenn der Kampfmittelräumdienst des Landes Schleswig-Holstein eine Sprengung vermeiden will und Objekte im Versenkungsgebiet ablegt. Dies geschieht mit Blick auf technische Entwicklungen, die eine Vernichtung von nicht handhabungsfähigen Kampfmitteln vor Ort ohne Sprengung ermöglichen sollen.



Abbildung 2: Torpedokopf im Versenkungsgebiet Kolberger Heide (© Jana Ulrich)

Weiter östlich, in der Lübecker Bucht, existieren zwei ehemalige Versenkungsgebiete. Im Gebiet östlich von Pelzerhaken werden ca. 35.000 t und im Gebiet östlich von Haffkrug 16.000 t verklappte Munition vermutet. Die Etablierung des Gebiets Haffkrug war zunächst nicht vorgesehen und wurde erst im späteren Verlauf der Verklappungen veranlasst. Die Gebiete zeichnen sich dadurch aus, dass enorme Mengen an kleineren Waffen, wie etwa Artillerie- oder Panzermunition und Handgranaten, in Kisten verklappt wurden. Die Kampfmittel wurden innerhalb der Verklappungsgebiete jedoch keinesfalls homogen verteilt. Stattdessen gibt es innerhalb der auf Seekarten markierten Fläche punktuell vorkommende Haufen. Hier liegen Munitionskisten teils geöffnet, teils verschlossen zusammen mit einzelnen Bomben und Raketen in völlig ungeordneter Weise. Dies ist ein Hinweis auf die Verwendung von Klappschuten, aus denen die

gesamte Ladung durch öffnen des Bodens gleichzeitig entladen wurde. Aufgrund der begrenzten Möglichkeiten zur präzisen Positionierung war es in den Nachkriegsjahren äußerst schwierig weitere Munition auf der gleichen Stelle zu verklappen. So ergibt sich in den Verklappungsgebieten und in der unmittelbaren Umgebung eine zufällige Verteilung der besagten Haufen. Weiterhin auffällig sind Reihen von einzelnen Objekten – vermutlich Großkampfmittel – oder kleineren Anhäufungen, die in regelmäßigen Abständen auf dem Meeresboden zu erkennen sind. In diesen Fällen wurden scheinbar einzelne Objekte bei langsamer Fahrt über Bord geworfen. (Wichert 2020) Die in Abbildung 3 dargestellte Karte, wurde mit einem Fächer-echolot (Multibeam-Echsounder) aufgenommen und zeigt deutlich beide Arten in denen Kampfmittel in der Lübecker Bucht verklappt wurden.

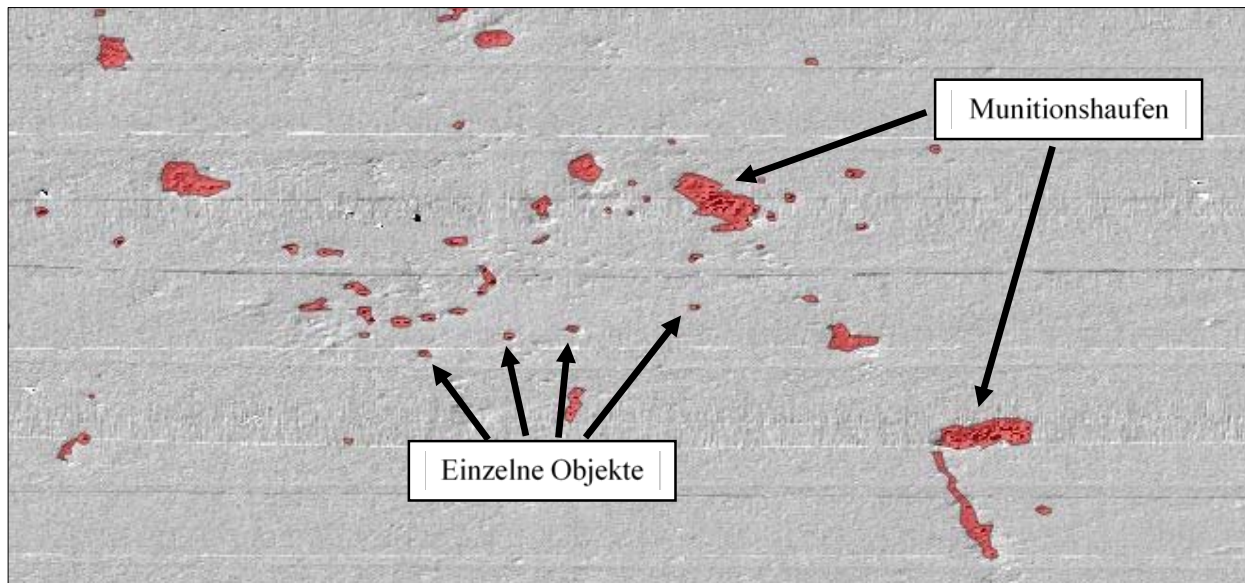


Abbildung 3: Multibeam-Karte eines Teils der Lübecker Bucht mit umrandeten Munitionshaufen und einzelnen aufgereihten Objekten (© GEOMAR)

3. Optionen zum Umgang mit den Kriegsaltslasten

Es existiert eine Vielzahl an Möglichkeiten, um mit den Kampfmitteln in der Ostsee umzugehen. Grundsätzlich sollte hierbei erneut zwischen der zufällig verteilten Munition aus Kriegshandlungen und den konzentrierten Kampfmitteln in Belastungsgebieten unterschieden werden.

3.1 Umgang mit verteilten Kampfmitteln

Während der öffentliche Diskurs auf den Umgang mit Versenkungsgebieten und anderen stark belasteten Flächen fokussiert ist, findet die überwiegende Menge an Kampfmittelräumungen derzeit andernorts statt. Aufgrund der enormen Kosten die mit der Untersuchung und Beräumung der gesamten Ostsee einhergehen, kommt es lediglich im Rahmen der Gefahrenabwehr oder von Offshore-Bauvorhaben zur Kampfmittelbeseitigung. Abseits von Belastungsschwerpunkten wird also in der Ostsee die gleiche Strategie verfolgt, die auch an Land angewendet wird: Die Anlassbezogene Kampfmittelbeseitigung.

Infolge des Ausbaus von Offshore-Infrastruktur wurden bereits mehrere Leitfäden erarbeitet (etwa Frey et al. 2019; Cooper & Cooke 2015). Diese beschreiben den konkreten Ablauf, der es ermöglichen soll, eine mutmaßlich mit Kampfmitteln belastete Fläche nutzbar zu machen – etwa für den Bau einer Windkraftanlage. Folgt man dem Qualitätsleitfaden Offshore-Kampfmittelbeseitigung (Frey et al. 2019), erfolgt der gesamte Vorgang in den folgenden vier Phasen:

- Phase I: Vorerkundung
- Phase II: Technische Erkundung
- Phase III: Untersuchung der Verdachtspunkte
- Phase IV: Räumung und Vernichtung

Da die ganz wesentlichen historischen Erkenntnisse bereits in den Kapiteln 1 und 2 dargestellt wurden, wird hier auf eine weitere Beschreibung von Phase I verzichtet.

Technische Erkundung: Bei der technischen Erkundung von Flächen ist ein Multisensoransatz aus Fächer-echolot, Seitensichtsonar und Magnetik üblich (Frey et al. 2019). Anders als beim Aufsuchen von Kampfmitteln an Land gilt es hierbei allerdings als unrealistisch jedes noch so kleine Objekt zu bergen. Von besonderer Bedeutung ist daher die vorherige Festlegung eines Referenzobjekts, die zum Beispiel auf Basis einer Risikobewertung getroffen wird. Beim Referenzobjekt handelt es sich um das kleinste Kampfmittel, das im Rahmen einer Vermessung mindestens gefunden werden muss. Dieses bestimmt damit, wie die Vermessung durchgeführt werden muss. Es ergeben sich notwendige Mindestwerte für Qualitätsfaktoren wie den Datenpunkt Abstand am Meeresgrund oder die Größe des akustischen Fußabdrucks. Diese wiederum beeinflussen Kostenwirkungsfaktoren wie die maximale Fahrtgeschwindigkeit oder Spurbstände. Die Vermessung dient der Erstellung einer Verdachtspunktliste, also eines Dokuments in dem alle Punkte auf denen ein begründeter Verdacht für das Vorhandensein eines Kampfmittels besteht. Um diese Verdachtspunktliste künftig schneller und objektiver zu erstellen, wird derzeit erforscht wie das Vorgehen durch künstliche Intelligenz verbessert werden kann (Frey & Michaelis 2021; Williams 2019).

Untersuchung der Verdachtspunkte: Um festzustellen, ob es sich bei einem Verdachtspunkt um ein Kampfmittel handelt oder nicht, muss die Stelle genauer untersucht werden. Häufig werden dafür ferngesteuerte Unterwasserfahrzeuge (Remotely Operated Vehicles, ROVs) oder Taucher eingesetzt. Diese werden mit magnetischen oder elektromagnetischen Sensoren sowie Kameras ausgerüstet. Ist das Objekt vergraben, muss es zunächst freigelegt werden. (Frey et al. 2019) Es gibt keine verlässlichen Zahlen zum Verhältnis Kampfmittel zu nicht-Kampfmittel, aber Schätzungen zufolge handelt es sich bei ca. 94 % der geborgenen Objekte um Schrott. Damit ist der positive Effekt der Räumung von zufällig verteilten Objekten im Hinblick auf Umweltschutz äußerst gering und der Aufwand an Zeit und Kosten hoch. (Guldin 2019) Der Einsatz von hoverfähigen autonomen Unterwasserfahrzeugen (Autonomous Underwater Vehicles, AUVs) könnte den Aufwand deutlich verringern. Mit Magnetometern und Kamera ausgestattet (Abbildung 4), könnten diese noch während der technischen Erkundung weitere Daten erheben, um herauszufinden, ob auf einem Punkt ein Kampfmittel oder etwa ein Ölfass liegt. Aufgrund der meist geringen Strömungsgeschwindigkeiten, sind diese AUVs für einen Einsatz in der Ostsee besonders geeignet.

Beseitigung und Vernichtung: Wie ein Kampfmittel beseitigt und vernichtet wird, hängt davon ab, wie es durch eine nach § 20 Sprengstoffgesetz (SprengG) befähigte fachtechnische Aufsichtsperson bewertet wird. Ist das Kampfmittel handhabungs- und transportfähig, kann es an Bord eines Räumschiffs an Land transportiert werden, um bei der Gesellschaft zur Entsorgung von chemischen Kampfstoffen und Rüstungsaltslasten mbH (GEKA) vernichtet zu werden. Fällt die Einschätzung jedoch gegenteilig aus, bleibt die Wahl zwischen der Vernichtung vor Ort oder der Anpassung des Bauvorhabens, um den Kontakt mit dem Kampfmittel gänzlich zu vermeiden (Frey et al. 2019). Die Vernichtung vor Ort, also eine Sprengung unter Wasser, steht dabei stark in der Kritik.

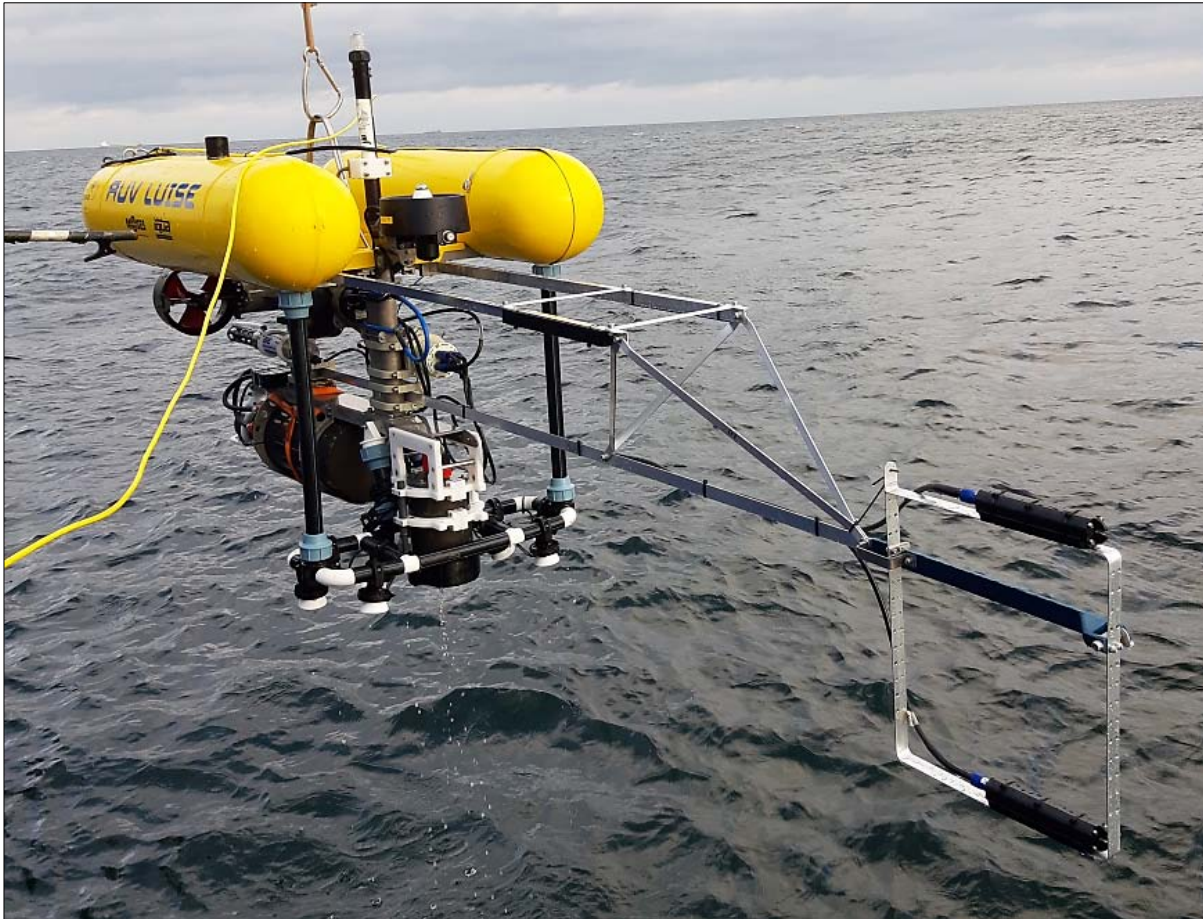


Abbildung 4: GEOMAR AUV Luise mit Fluxgate-Magnetometern der Firma Sensys und Kamera (© GEOMAR)

Besondere öffentliche Aufmerksamkeit erlangte die Sprengung von 42 britischen Grundminen im Naturschutzgebiet Fehmarnbelt Ende August 2019. Bei dieser von einem NATO-Flottenverband vorgenommenen Sprengung, wurde auf den vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie (BSH) für zivile Firmen vorgeschriebenen Blasenschleier zur Dämpfung der Schall- und Schockwellen verzichtet. Von 41 in den Monaten September bis November an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste tot aufgefundenen Schweinswalen, wurden 24 obduziert. Bei zehn der nach europäischem Recht geschützten Tiere, besteht ein Verdacht auf akustisches Trauma als Todesursache. (Wölfig et al. 2020)

3.2 Umgang mit Belastungsschwerpunkten

Zwar sind die in den oben genannten Leitfäden beschriebenen Abläufe nicht auf die Bearbeitung von Belastungsschwerpunkten zugeschnitten. Dennoch lassen sich die Dokumente prinzipiell auch auf die Arbeit in Versenkungsgebiete anwenden. Angesichts der schieren Menge an Kampfmitteln in der Ostsee, sollte jedoch eine Aufweitung des strategischen Blickfeldes erfolgen. Die verfügbaren Maßnahmen lassen sich grundsätzlich in die drei Gruppen Datenerhebung, Räumung und Prävention unterteilen.

3.2.1 Datenerhebung

Historische Recherche: Um ein detailliertes Bild der einzelnen Belastungsschwerpunkte und der darin vorkommenden Kampfmittel zu erhalten, ist kontinuierliche historische Recherche notwendig. Obwohl die Kosten verhältnismäßig niedrig sind, hängt der Nutzen der Recherche stark von der Qualität und Verfügbarkeit der historischen Dokumente ab (Aker et al. 2012). Daher wurden die HELCOM-Vertragsstaaten

von der Arbeitsgruppe CHEMU dazu aufgefordert historische Recherche durchzuführen und klassifizierte Dokumente für Forscher freizugeben (Knobloch et al. 2013). In Deutschland findet diese Art der Untersuchung zwar kontinuierlich, aber primär im Zusammenhang mit Forschungsprojekten statt, deren Fokus auf technischer Entwicklung oder Meeresforschung liegt.

Technische Erkundung: Ohne eine umfassende Vermessung der bekannten Belastungsschwerpunkte ist eine Entscheidungsfindung zum weiteren Umgang mit den Flächen nicht möglich. Momentan existiert unter den Ostseeanrainern kein Programm zur Erkundung der Belastungsschwerpunkte. Allerdings wurden im Lauf der Jahre mehrere Verklappungsgebiete im Rahmen von Forschungsprojekten ganz oder teilweise vermessen. In der deutschen Ostsee trifft dies auf die Kolberger Heide zu (Kampmeier et al. 2020). Ebenfalls wurde insbesondere im Jahr 2020 die Erkundung der beiden Versenkungsgebiete in der Lübecker Bucht sowie der munitionsbelasteten Fläche Flensburg Triangle vorangetrieben (Kampmeier et al. 2021). Aber auch auf Flächen in den Gewässern anderer Länder werden Untersuchungen durchgeführt. So wurde ein Versenkungsgebiet für chemische Munition im Bornholmbecken seit 1987 bereits mehrmals untersucht (Paka 2007). Neben dem für die technische Erkundung üblichen Multisensoransatz (siehe 3.1) können zukünftig nahezu in Echtzeit zur Verfügung stehende Messungen sprengstofftypischer Verbindungen in der Wassersäule den Kenntnisstand erweitern (Beck 2020).

Monitoring: Während technische Erkundungen von Flächen einmalig oder wiederholt stattfinden, ist das Monitoring von Gebieten eine kontinuierliche Maßnahme, die dem Anlegen von Zeitreihen dient, beispielsweise der Explosivstoffkonzentrationen in Wasser, Sediment und Biota. In Abhängigkeit vom gewünschten Detailgrad des Erkenntnisgewinns, müssen Beprobungsintervalle und räumliche Skalen der Messungen festgelegt werden (Greinert 2019). Darüber hinaus kann Monitoring räumbegleitend durchgeführt werden, um die Verbreitung von sprengstofftypischen Verbindungen infolge einer Räumung zu untersuchen (Beldowski et al. 2018). Momentan existiert weder für die Bundesrepublik Deutschland noch für andere HELCOM-Staaten ein Monitoringprogramm. Allerdings untersucht die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (BLANO) derzeit, ob und wie in Deutschland ein Screening als Grundlagenstudie für ein Monitoring bestimmter sprengstofftypischer Verbindungen durchgeführt werden kann.

Föderiertes Datenmanagement: Munitionsrelevante Daten die im Rahmen von historischen Recherchen, Vermessungen, Monitoring und darüber hinaus erhoben werden, sollten kontinuierlich gesammelt und bereitgestellt werden. Durch das Aufbrechen behördlicher und anderer Datensilos können die Daten miteinander integriert und durch ein geografisches Informationssystem (etwa AmuCad.org) bereitgestellt werden. Dies kann es zukünftig ermöglichen, für die Belastungsschwerpunkte unter Verwendung aller existierenden Daten erstmals eine ganzheitliche Risikobewertung durchzuführen. Zudem würde die Fähigkeit weitere Schritte zum Umgang mit den Kampfmittelaltlasten zu planen verbessert (Goncharova et al. 2007).

3.2.2 Räumung

Kampfmittel unberührt lassen: Sowohl im Zusammenhang mit Verklappungsgebieten für chemische Kampfstoffe als auch solchen für konventionelle Munition wurde in der Vergangenheit häufig empfohlen keine Maßnahmen zu deren Räumung einzuleiten (etwa HELCOM CHEMU 1994, Thulin & Andrushaitis 2003). Wird diese Strategie verfolgt, erhöht sich langfristig automatisch die Notwendigkeit regelmäßige Vermessungen durchzuführen und ein Monitoringprogramm aufzusetzen.

Räumung: Bislang werden die Versenkungsgebiete und sonstigen stark belasteten Schwerpunkte in der Ostsee nicht beräumt. Die Gründe hierfür reichen von fehlender Finanzierung durch die öffentliche Hand über das Fehlen einer wissenschaftlich gestützten Prioritätenliste bis hin zum größten Engpass der

Kampfmittelbeseitigung – unzureichende Vernichtungskapazitäten. Jedoch gibt es für alle diese Herausforderungen Lösungsansätze. So forderte das Europäische Parlament die EU-Kommission im April 2021 dazu auf, eine Organisation mit der Erarbeitung von Vorschlägen zur Beseitigung der chemischen Munitionsaltlasten in der Ostsee zu beauftragen (Europäisches Parlament 2021). Im Bundestag wurde durch die Fraktionen von FDP und Grünen in einem Antrag gefordert, noch im Jahr 2021 ein Pilotprojekt zur Erprobung eines flächendeckenden Räumansatzes zu initiieren (Deutscher Bundestag 2021a). Nur wenige Wochen später forderten SPD und CDU eine Anlage zur Vernichtung von Kampfmitteln auf See zu entwickeln (Deutscher Bundestag 2021b). Für eine beschleunigte Vernichtung, wurde im Rahmen des Projekts RoBEMM ein neuartiges Konzept zur Delaboration von Kampfmitteln unter Wasser erarbeitet (Abbondanzieri et al. 2018). Auch die Effizienz der vor der Vernichtung notwendigen Räumung wird stetig erhöht, z.B. durch den Einsatz eines ferngesteuerten Crawlers (Guldin 2019). Zudem soll im Forschungsprojekt CONMAR, welches noch im Jahr 2021 starten soll, eine auf Schadstoffmessungen, Stakeholderbedürfnissen und weiteren Faktoren basierende Prioritätsabschätzung vorgenommen werden. Andernorts, wie bei den Minensperren in russischen Gewässern (siehe Abbildung 1), existieren fundamentale Wissenslücken. Weder sind historische Dokumente verfügbar, noch sind Vermessungsarbeiten bekannt. An eine Räumung ist in diesen Gebieten daher momentan nicht zu denken.

3.2.3 Prävention

Schutz von Fischerei und Schifffahrt: In klar identifizierten Belastungsschwerpunkte sollten Fischereiaktivitäten und das Ankern gänzlich unterlassen werden. In mehreren munitionsbelasteten Gebieten in deutschen Hoheitswässern ist das Ankern gänzlich untersagt. In der Kolberger Heide ist sogar eine Sperrzone eingerichtet, die nicht befahren werden darf. Auch für das Versenkungsgebiet im Bornholmbecken wurde eine Zone eingerichtet, in der Ankern und Fischen nicht empfohlen sind. Zudem verlangen Schweden und Dänemark, dass Schiffe, die in der Umgebung des Versenkungsgebiets fischen, Ausrüstung für die Erste Hilfe bei Zwischenfällen mit chemischen Kampfstoffen mitführen. (HELCOM CHEMU 1994)

Informationskampagnen: Die öffentliche Bereitstellung von allgemeinen Informationen zu Munitionsaltlasten wurde in der Vergangenheit bereits mehrfach gefordert. Broschüren und Warnhinweise in besonders betroffenen Gegenden, sind Teil einer ganzheitlichen Strategie zum Schutz von Strandspaziergängern und Badegästen (Knobloch et al. 2013). Diese sind völlig unabhängig vom Umgang mit Belastungsschwerpunkten notwendig. Einerseits können auch nach einer umfassenden Räumung weitere Objekte oder Explosivstoffklumpen an Stränden antreiben. Andererseits stammt der, dem Bernstein zum Verwechseln ähnliche, weiße Phosphor vor allem aus eingesetzter Abwurfmunition und nicht etwa aus den Versenkungsgebieten. Um Zwischenfälle an Stränden zu verhindern, wird es also bis in die ferne Zukunft notwendig sein, Touristen und Anwohner in angemessener Form zu informieren.

4. Zusammenfassung

Kriegs- und Nachkriegsalllasten in der Ostsee stellen uns vor eine multidimensionale Herausforderung. Einerseits stellen zufällig verteilten Kampfmittel vor allem bei Bauvorhaben eine Gefährdung dar. Der Umgang mit diesen Objekten ist jedoch schon heute auf Basis der jahrelangen Erfahrung aus Kampfmittelräumindustrie und Militär gut definiert. Andererseits standen Belastungsschwerpunkte wie Versenkungsgebiete zuletzt vermehrt im Fokus der öffentlichen Debatte. Von diesen Gebieten geht eine potenzielle Gefährdung durch den Eintrag von krebserregenden sprengstofftypischen Verbindungen aus. Als viel-

schichtiges Problem verlangt es nach einer ganzheitlichen Lösung, die sich aus durch Recherche, Vermessung und Monitoring informierten Entscheidungsprozessen speist. Die Effizienzsteigerung von Räum- und Vernichtungstechnologien müssen ebenso Teil der Strategie sein, wie die Prävention von Schäden durch die Einrichtung von Sperrgebieten und Zugang zu Informationen für die Bevölkerung.

5. Literatur

- AmuCad.org (o.J.): EGEOS GmbH. Online verfügbar unter <https://amucad.org/>, zuletzt geprüft am 11.05.2021.
- Abbondanzieri, Melanie; Klein, Tilo; Frey, Torsten; Müller, Paul (2018): RoBEMM. Robotisches Unterwasser-Bergungs- und Entsorgungsverfahren inklusive Technik zur Delaboration von Munition im Meer, insbesondere im Küsten- und Flachwasserbereich. In: Tagungsband der Statustagung 2018. Statustagung Maritime Technologien 2018. Berlin, 13.12. Forschungszentrum Jülich GmbH. Jülich: Zentralbibliothek, Verlag (Schriftenreihe Forschungszentrum Jülich), 159-167.
- Ad Hoc Working Group on Dumped Chemical Munition (HELCOM CHEMU) (1994): Report on Chemical Munitions Dumped in the Baltic Sea.
- Aker, Jana; Reid, Mike; Howard, Brett (2012): Risk Management For Unexploded Ordinance (UXO) In The Marine Environment. In: Dalhousie Journal of Interdisciplinary Management 8 (2). DOI: 10.5931/djim.v8i2.366.
- Beck, Aaron Joseph (2020): Ex-situ, near-real-time explosive compound detection in seawater. GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research. Berlin, 2020. Online verfügbar unter https://www.bastamunition.eu/documents/1381826/1388366/06_GEOMAR-ExploTect_Beck.pdf/aba820cd-ae20-4fc4-b933-fd56498c097d, zuletzt geprüft am 11.05.2021.
- Bełdowski, Jacek; Jakacki, Jaromir; Grabowski, Miłosz; Lang, Thomas; Weber, Kela; Kotwicki, Lech et al. (2018): Best Practices in Monitoring. In: Jacek Bełdowski, Robert Been und Eyup Kuntay Turmus (Hg.): Towards the Monitoring of Dumped Munitions Threat (MODUM). A Study of Chemical Munitions Dumpsites in the Baltic Sea. Dordrecht: Springer Netherlands, 213-240.
- Böttcher, Claus; Knobloch, Tobias; Rühl, Niels-Peter; Sternheim, Jens; Wichert, Uwe; Wöhler, Joachim (2011): Munitionsbelastung der deutschen Meeresgewässer - Bestandsaufnahme und Empfehlungen (Stand 2011). Hamburg: Sekretariat Bund/Länder-Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP) im Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).
- Carnell, Jeremy (2011): Unexploded Ordnance Risk. Considering Unexploded Ordnance Risk on and around the British Isles. Revision Number E. Project Management Support Services Ltd. Romsey. Online verfügbar unter <https://www.yumpu.com/en/document/download/999202/a3989-83929-31cf5-6d3b9-02e05-c78f2-fc0be-5060c>, zuletzt geprüft am 24.10.2018.
- Carton, Geoffrey; Jagusiewicz, Andrzej (2009): Historic Disposal of Munitions in U.S. and European Coastal Waters, How Historic Information Can be Used in Characterizing and Managing Risk. In: Marine Technology Society Journal 43 (4), 16-32. DOI: 10.4031/MTSJ.43.4.1.
- Cooper, Nick; Cooke, Simon (2015): Assessment and management of unexploded ordnance (UXO) risk in the marine environment. London: CIRIA (CIRIA, C754).
- Deutscher Bundestag (2021a): Munitionsaltlasten in den Meeren bergen und umweltverträglich vernichten. Drucksache 19/26339.
- Deutscher Bundestag (2021b): Verantwortungsbewusster Umgang mit Kampfmitteln in Nord- und Ostsee – Technologien der maritimen Wirtschaft nutzen. Drucksache 19/29283.
- Europäisches Parlament (2021): Chemische Rückstände in der Ostsee. P9_TA(2021)0123.

- Frey, Torsten; Holländer, Robert; Fischer, Jens-Uwe (2019): Qualitätsleitfaden Offshore-Kampfmittelbeseitigung. Berlin: Logos Verlag (Studien zu Infrastruktur und Ressourcenmanagement, 10).
- Frey, Torsten; Michaelis, Patrick (2021): The BASTA project. Towards automation and autonomization of munitions detection in Baltic Sea dump sites. Digital Science Monday. GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research. Kiel, 2021.
- Goncharova, Natalia; Borodin, Pavel; Greß, Alexander (2007): GIS for planning, navigation acquisition and visualization of results for the study of chemical munition dumpsites in the Baltic Sea. In: Y. Chen, I. Cluckie und K. Takara (Hg.): Proceedings of 2nd International Conference of GIS/RS in Hydrology, Water Resources and Environment (ICGRHWE '07). 2nd International Conference of GIS/RS in Hydrology, Water Resources and Environment (ICGRHWE '07). Guangzhou, 17-23.09.
- Greinert, Jens (Hg.) (2019): Practical Guide for Environmental Monitoring of Conventional Munitions in the Seas. Results from the BMBF funded project UDEMM "Umweltmonitoring für die Delaboration von Munition im Meer". GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research. Version 1.1. Kiel (GEOMAR Report, N. Ser. 054).
- Kampmeier, Mareike; Greinert, Jens; Beck, Aaron Joseph; Diller, Nikolaj; Seidel, Marc; Frey, Torsten (2021): Mine Monitoring in the German Baltic Sea 2020; Dumped munition monitoring. GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel (ALKOR – Reports, AL548).
- Kampmeier, Mareike; van der Lee, Eefke M.; Wichert, Uwe; Greinert, Jens (2020): Exploration of the munition dumpsite Kolberger Heide in Kiel Bay, Germany: Example for a standardised hydroacoustic and optic monitoring approach. In: Continental Shelf Research 198, DOI: 10.1016/j.csr.2020.104108.
- Knobloch, Tobias; Beldowski, Jacek; Böttcher, Claus; Söderström, Martin; Rühl, Niels-Peter; Sternheim, Jens (2013): Chemical Munitions. Dumped in the Baltic Sea. Hg. v. Minna Pyhäiä und Mikhail Durkin. HELCOM – Baltic Marine Environment Protection Commission. Helsinki (Baltic Sea Environment Proceedings, BSEP142).
- Maser, Edmund; Strehse, Jennifer S. (2020): "Don't Blast": blast-in-place (BiP) operations of dumped World War munitions in the oceans significantly increase hazards to the environment and the human seafood consumer. In: Archives of Toxicology 94 (6), 1941-1953. DOI: 10.1007/s00204-020-02743-0.
- Nord Stream AG (2009): Nord Stream Environmental Impact Assessment Documentation for Consultation under the Espoo Convention. Nord Stream Espoo Report: Key Issue Paper Munitions: Conventional and Chemical.
- Paka, Vadim (2007): Deployment, toxicity and influence on the environment and other issues connected with sea-dumped chemical weapons. In: The Proceedings of International Conference on Environmental Threats to the Baltic Sea. International Conference on Environmental Threats to the Baltic Sea. Warsaw, 28.05.
- Thulin, Jan; Andrushaitis, Andris (2003): The Baltic Sea: Its Past, Present and Future. In: Proceedings of the Religion, Science & the Environment Symposium V on the Baltic Sea.
- Frey, Torsten (2020): Kampfmittelaltlasten in der Ostsee. Interview mit Uwe Wichert. Kiel.
- Williams, David P. (2019): Acoustic-Color-Based Convolutional Neural Networks for UXO Classification with Low-Frequency Sonar. In: John S. Papadakis (Hg.): UACE2019 - Conference Proceedings. 5th Underwater Acoustics Conference and Exhibition. Hersonissos, 30.06.-05.07., 421-428.
- Wölfling, B.; Liebschner, A.; Hauswirth, M.; Krause, Jochen (2020): Auswirkungen der Sprengungen von Seeminen im Naturschutzgebiet „Fehmarnbelt“ Ende August 2019. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen der Auswirkungen der Sprengungen auf Schweinswale im Naturschutzgebiet „Fehmarnbelt“ (NSG Fehmarnbelt) in der deutschen Ostsee. Bundesamt für Naturschutz. Online verfügbar unter https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/meeresundkuestenschutz/Dokumente/Minensprengungen_im_Fehmarnbelt/Gesambewertung_Fehmarnbelt_Minensprengungen.pdf, zuletzt geprüft am 11.05.2021.